Ar^+ イオンビームによる Ag ナノ粒子のスパッタリング

Sputtering of Ag Nanoparticles Bombarded with Ar^+ Ions

京工繊大[1]，広大[2]　○(M1) 水谷 仁美[1]、尾崎 孝一[1]、高廣 克己[1]、西山 文隆[2]

Kyoto Inst. Tech.[1], Hiroshima Univ.[2]

○Hitomi Mizutani[1], Koichi Ozaki[1], Katsumi Takahiro[1], Fumitaka Nishiyama[2]

E-mail: m9672025@edu.kit.ac.jp

[緒言] イオンビームを用いて微細加工を行うためには、ナノ構造体のスパッタリングについての知見が必要である。また、二次イオン質量分析などの表面分析において、ナノ構造体を対象に深さプロファイルを得るためには、ナノ構造体のスパッタリング収率の値が必要となる。バルクにおけるスパッタリングについては多くの研究がなされており、そのメカニズムやスパッタリング収率の計算式・経験式が確立されている [1, 2]。しかし、ナノ構造体については、シミュレーションによる理論計算はされているものの [3]、実験データの報告例が極めて少ない。本研究では、SiO_2 基板上に堆積させた平均粒径 5–30 nm の Ag ナノ粒子（Ag NPs）に 3–30 keV の Ar^+ イオンビームを照射し、そのスパッタリング収率を求めた。この結果を報告する。

[実験および結果] 表面を熱酸化させた Si 基板上に、真空蒸着法を用いて Ag NPs を堆積させた。次に、3–30 keV Ar^+ を垂直入射させた。照射量は 1×10^{15} ions /cm^2 とした。これらの試料について、ラザフォード後方散乱分光法でイオン照射前後の膜厚変化量（atoms /cm^2）を求めるとともに、電界放出型走査型電子顕微鏡を用いて基板の被覆率を求めることによって、Ag NPs のスパッタリング収率を算出した。

20–30 keV の Ar^+ 照射では、粒径の増加とともにスパッタリング収率も増加し、それぞれ最大でバルクの値の約 2.3 倍、3.2 倍となった（Fig. 1 (a)）。粒径がさらに増大し、バルクに近づくと、スパッタリング収率もバルクの値に収束するはずである。したがって、ある粒径でスパッタリング収率は極大値をとることが予測される。3 keV の Ar^+ 照射では特に粒径に対する依存性は見られなかった。スパッタリング収率のエネルギー依存性を調べた結果、3–30 keV の範囲で単調に増加した（Fig. 1 (b)）。NPs とバルクを比較すると、NPs の方がスパッタリング収率が大きく、エネルギーに対して急激に増加する傾向がみられた。これらの結果は、ナノ粒子表面の曲率の効果とイオンの斜入射による効果であると考えられる。

References: [1] P. Sigmund, Phys. Rev. 184, 383 (1969). [2] N. Matsunami et al., At Data Nucl. Data Tables 31, 1 (1984). [3] H. M. Urbassek, et al., Phys. Rev. B 97, 155408 (2018).

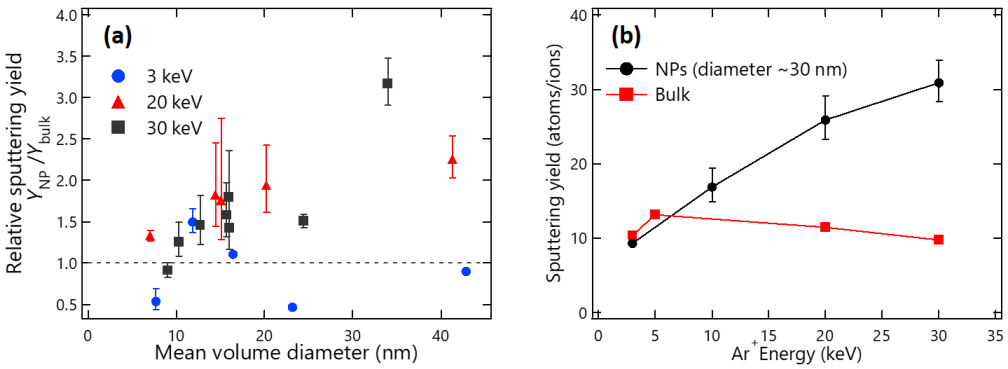

Fig. 1 Size (a) and energy (b) dependence of sputtering yields of Ag NPs bombareded with 3–30 keV-Ar^+ to a fluence of 1×10^{15} Ar^+/cm^2.

© 2019年 応用物理学会